



HyperTEK® ハイブリッド推進システム

取扱説明書 Ver1.1

※*HyperTEK*®は、Cesaroni Technology Inc.の登録商標です。

原文 : Cesaroni Technology Inc.
(<http://www.cesaroni.net>)



翻訳 : PDエアロスペース株式会社
(<http://www.pdas.co.jp>)



本書は、参考資料です。正しくは原文(<http://www.hypertekhybrids.com/manual.pdf>)をお読み下さい。
なお、本書の著作権は、PDエアロスペース株式会社に帰属します。無断転載を禁じます。

目次:

1. <i>HyperTEK</i> [®] ハイブリッド推進システムー製品のご紹介	・ ・ ・ 3p
2. 使用方法	・ ・ ・ 4p
3. 地上支援装置(GSE)	・ ・ ・ 5p
4. フライト・ハードウェア	・ ・ ・ 7p
5. 亜酸化窒素タンク&酸素タンク	・ ・ ・ 8p
6. GSEー動作概要	・ ・ ・ 9p
7. GSE の組み立て	・ ・ ・ 10p
8. 打上げ用モータの組み立て	・ ・ ・ 13p
9. 点火器の挿入方法	・ ・ ・ 15p
10. ロケット発射	・ ・ ・ 18p
11. 打上げ後のメンテナンス	・ ・ ・ 20p
トラブルシューティング	・ ・ ・ 21p
保証書	・ ・ ・ 23p

1. HyperTEK[®] ハイブリッド推進システムー製品のご紹介

HyperTEK[®]のハイブリッド推進システムは、長年の研究の集大成です。Korey Kline(TRA#009)とともに Environmental Aeroscience, Inc.を創設したグループによって 1994 年 8 月 16 日にフロリダ州マイアミで打ち上げられたハイブリッドロケットの直系で、ハイブリッドロケットとしては初めての HPR(High-Power Rocket)であり、亜酸化窒素を酸化剤として用いたことも、おそらく世界初です。



HyperTEK[®]システムの一部

本システムは、史上最も安全かつ経済的な方法で HPR に推力を与えます。亜酸化窒素を用いることによってもたらされる特筆すべき利点の 1 つは、酸化剤と燃料グレインが安全であるということです。花火の材料は一切使われていません。モータのハードウェアと燃料グレイン(HyEFX[™] 燃料を含む)は完全に不活性です。遠隔操作によって亜酸化窒素タンクが発射台で充填され、発射までの手順が正しくなされたときのみ、モータは推進装置として作動します。もし、何らかの理由によって発射が中止されたとき、酸化剤は投棄され、装置が安全に保たれます。

本モータは古典的な構成で、液体の酸化剤(亜酸化窒素)と固体燃料(熱可塑性ポリマー)から成ります。亜酸化窒素は、酸化剤タンク内に貯められる自己加圧性の濃縮気体です。亜酸化窒素の性質や取り扱い方は、二酸化炭素と類似しています。普通の大気状態の下では、亜酸化窒素は 650~750psi(4.5MPa~4.8MPa)に自己加圧されますので、燃焼室内の初期圧力を約 550psi(約 3.8MPa)までにすることで作動させることができます。液化亜酸化窒素が燃焼中のモータに流れ込むと、気化冷却によってタンク内の温度が下がることにより、燃焼室の圧力が下がり、それに従ってモータは、ほぼ全ての用途で理想的な状態である逆方向の推力を発生します。液化亜酸化窒素が無くなると、加圧された残りの気体が燃焼室に流れ込み、モータは更に数秒燃焼し、減少した推力を発生します。

亜酸化窒素の化学式は N_2O です。酸素の質量分率は約 36%で、過塩素酸アンモニウム中に含まれる酸素の質量分率(約 34%)と同程度です。対して窒素の分子量は小さく、気化するので、亜酸化窒素と炭化水素燃料の組み合わせは適切です。例えば、質量分率で 87%の亜酸化窒素と 13%の HTPB(末端ヒドロキシル基ポリブタジエン)という標準的な状態では、理想比推力は 260 秒に達します。

本モータは延時薬や放出薬がありませんので、回収装置を展開するために追加の装置が必要です。多くの追加の装置は購入可能です。

2. 使用方法

ほとんどのロケット・キットは、本システムとともに用いることができ、ハイブリッド用のロケット・キットを扱うキット供給会社も多数あります。追加の装置である回収用展開装置を装備し、本モータを備え付けるのに適当な形状をもつほとんどの HPR は、本モータとともに飛ばすことができます。

2001 年に紹介された全てのシステムは、工業標準直径に適合したタンクをもち、L システムと M システムは底面に流出口を持つので、本システムへの変換は簡単です。

本システムのハードウェアは同じ総推力を持つ固体燃料モータのケースと比較すると、長く重たいので、ロケットの重心と安定性を注意深く調べる必要があります。更に、モータは燃焼中に重量が減少し、酸化剤は加速中に後方へ移動しますので、酸化剤タンクの位置によっては、重心の後方移動を引き起こす可能性があります。ロケットが、ハードウェアを含めた状態で、打上前と燃焼後で安定であることを確保してください。

いつ充填を止めて発射するかを知るために、液体が流出するところが見えるようにすることは重要です。J システムを用いるときは、酸化剤をタンクと同じ直径をもつボディの側面から流出させ、燃料グレインが底面から流出しないようにする必要があります。小さめの直径のロケット(例えば最小直径が 3in.(7.6cm))に対しては、モータ固定装置と／もしくはボディチューブに小さな穴を開け、流出口と並べるだけで十分です。大きめの直径のロケットに対しては、曲げやすい管をボディの外側から挿入し、流出口から押し出し、機体の外側に流出させるのに丁度良い長さに切り取ります。他の選択肢としては、取り外し可能なモータ固定装置を用い、曲げやすい管を小さな穴から挿入し、モータ固定チューブの外側を通り、ロケット後方に出します。

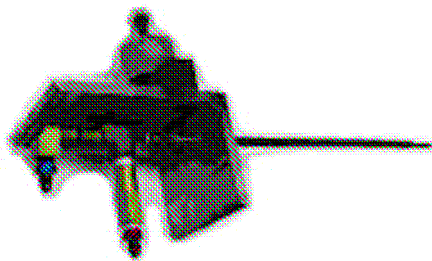
本モータには、延時薬や放出薬が付いておりません。タイマーや高度計などの装置によって回収装置を作動させる必要があります。高度計を用いるときには、モータ部分における不意の加圧が気圧計の計測に影響し、回収装置の放出に問題を起こさないために、高度計を流出口を設けた室に入れ、モータ部分から遠ざける必要があります。

全てのロケットモータで言える事ですが、安全性および無駄なハードウェア購入を防ぐために、モータは確実に固定されている必要があります。更に、回収装置が展開する際に働く力に対しても、モータシステムの重量が変わらないことを確認してください。新製品の直径 75mm と 95mm のシステムでは、後方のアダプターの一部として、4 本の小ねじでモデル後方のセンターリングに固定可能な、大きめの直径の固定リングを、オプションとして提供しています。

3. 地上支援装置(GSE)

地上支援装置は以下の部品から構成されます。

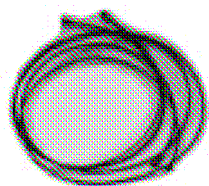
1) ランチシステム



気化酸素の導線と亜酸化窒素の導線用の 4AN*オス側フィッティングを持ち、ランチロッドやレールに取り付けるための調整可能なスライドを持った同軸チューブ。

*AN : "Army/Navy"や"Air Force/Navy"の略で、アメリカの軍用規格。

2) ホース (GOX, N2O)



気化酸素(GOX)のホース：赤色の 4AN メス側フィッティングを持つ、ステンレス鋼で編まれた 10ft.(3m)のホース。

亜酸化窒素のホース：青色の 4AN メス側フィッティングを持つ、ステンレス鋼で編まれた 10ft.(3m)のホース。

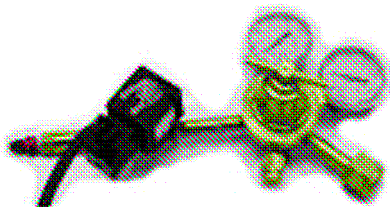
3) 亜酸化窒素ソレノイド A s s y



充填用ソレノイド、投棄用ソレノイド、青色の 4AN オス側フィッティング、工業用亜酸化窒素用 CGA*326 タンクフィッティング、CGA660 タンクバルブから構成。

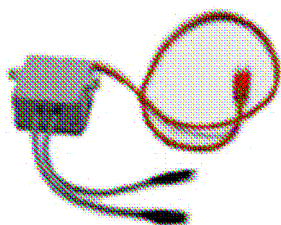
*CGA : アメリカのガスボンベ接続規格。

4) GOX A s s y



高圧酸素減圧弁、CGA540 タンクフィッティング、ソレノイドバルブ(電磁弁)、チェックバルブ(逆止弁)、赤色の 4AN メス側フィッティングから構成。

5) イグナイタモジュール



直流 7500V 出力がイグニション・ワイヤ上にアークを発生し、燃料グレインに点火。ヒューズ(スペア付)で保護。

6) ランチコントローラ



Safe&Arm キースイッチ、LED 電源ランプ、Fill/Dump/Fire の 3 接点ロータリースイッチ、モーメンタリ(セルフニュートラル)トグル作動スイッチを装備。逆接続保護。

7) 色で塗り分けられたソケット付きのサテライトコントロールボックス



亜酸化窒素の充填用ソレノイドと、投棄用ソレノイドの 2 つの差込口と、GOX 用ソレノイドと点火モジュール用の差込口。

8) 発射コントローラとサテライトコントロールボックスを接続するための、100ft.(30.5m) 3 プラグ延長コード。

9) 24 ゲージ(直径 0.5mm) 2 コンダクター(2 線 1 対)のイグニッション・ワイヤのロール。

重要:本システムでは、耐久性と経済性のために標準的な AC 延長コードを用いていますが、指示された 12V 直流電源以外の電源を *HyperTEK*[®] の如何なるコードや部品につながないでください。危険を及ぼしたり、システムに致命的な影響を与えたりするおそれがあります。

4. フライト・ハードウェア

フライト・ハードウェアは以下から構成されます。

- 1) 酸化剤タンク：J システムと L システムは、異なる総推力をもつ 2 つのタンク容量を提供します。M システムは、現在 1 つのタンク容量のみの提供となります。2001 年の新製品では、L システムと M システムの工業標準直径は、それぞれ 75mm と 95mm です。
- 2) インジェクターベル：気体流出用フィッティングと計測用オリフィス(モータのタイプによって固定型と可変型があります)、酸化剤タンクの上部に延びる流出用チューブから成ります。3 つの O(オー)リングによるシールが、打上げ用モータに適用されます。インジェクターベルと酸化剤の間に 1 つ、インジェクターと燃料グレインの間に 1 つか 2 つ、3 つ目はインジェクター内で、ランチシステムに対するシール用として用いられ、クライン・バルブ(特許取得済)を形成します。



- 3) 燃料グレイン：単体で使用され、燃焼室にもなります。燃料グレインと、シリカフェノール樹脂ノズルとで、一塊にインサート成形されます。燃料グレインの頭はねじを切っており、インジェクターベルと接続できます。2 つ以上の燃料グレインが、本システムに同梱されており、それぞれ単独で用いることができます。同梱の燃料グレインには 2 種類あります。1 つは修正を加えていない標準的な燃料で、もう 1 つは修正を加えた燃料(HyEFX)です。HyEFX は、火炎と煙が拡張されており、少し性能も向上しています。

5. 亜酸化窒素タンク & 酸素タンク

本システムを組み立てて、打上げを行う前に、気体酸素と亜酸化窒素を手に入れる必要があります。*HyperTEK*®の代理店が、お近くの入手源を紹介してくれるかもしれません。気体酸素と亜酸化窒素は、ほとんどの工業用気体を取り扱っている店や、溶接用の材料を取り扱っている店で入手できます。亜酸化窒素は、いくつかのホットロッド(改造車)ショップでも NOS*用として取り扱っています。酸素タンクの色は通常緑色で、亜酸化窒素タンクの色は通常青色です。気体酸素タンクのパルプの規格は、標準では CGA540 で、亜酸化窒素タンクのパルプの規格は、工業標準では CGA326 ですが、ホットロッド用のものは CGA660 です。

*NOS : ニトロ、ナイトラスオキサイド

共通的な亜酸化窒素タンクのパルプは 3 種類ありますが、本システムで用いることができるのはその内 2 種類のみです。麻酔用の、もしくは医療用の亜酸化窒素は規制品で、正式な書類なしで所持することは違法になりますので、使用すべきではありません。また、医療用の亜酸化窒素タンクで用いられるパルプの流量は限られており、酸化剤タンクに充填するのに十分ではありません。医療用の亜酸化窒素タンクは、クロムめっきされたパルプと CGA326 フィッティングとで供給されます。NOS タンク上で用いられるホットロッド用の CGA660 パルプか、工業用の CGA326-AA 級のパルプを使用して下さい。

一般的な使用を目的として、亜酸化窒素ソレノイド組み立て装置は、CGA326 フィッティングを提供していますが、もし必要であれば CGA660 フィッティングも *HyperTEK*®代理店で入手できます。

Nitrous Plus(ナイトラス・プラス)という用語は、自動車用のもしくはホットロッド用の亜酸化窒素であることを示します。これは、亜酸化窒素が、少量の二酸化硫黄によって変性させられていることを意味します。工業用の亜酸化窒素は、二酸化硫黄かチオール(プロパンとともに使用される刺激臭の物質)で変性させることができます。これらの物質を亜酸化窒素に加えることによって、本システムの使用に影響を与えることはありませんし、濫用を防ぐこともできます。

亜酸化窒素タンクはサイフォンチューブとともに与えられます。サイフォンチューブを用いることによって、気化しているタンク上部からではなく、タンク下部の液体を吸い上げることができます。ホットロッド用タンクは典型的にサイフォンチューブ付きで販売されていますが、工業用タンクには付いていません。サイフォンチューブなしで亜酸化窒素タンクを用いる場合は、液体をタンクパルプから送るためにタンクを倒立させる必要があるので、タンクを固定するスタンドか支持装置が必要です。

酸素タンクと亜酸化窒素タンクを入手したら、次は GSE の組み立てに入ります。

6. GSE一動作概要

GSEには3つの機能があり、発射コントローラによって遠隔的にコントロールされます。

- ・ 打上げ用酸化剤の充填
- ・ 打上げ中止の際の打上げ用酸化剤の投棄
- ・ モータの点火

打上げ用酸化剤タンクは、ランチシステムの中にある中心同軸チューブを通して充填されます。このチューブはインジェクターベル内のOリングによってシールされます(クライン・バルブを形成)。ロケットは、ランチシステムの上に置かれた後、モータ底部のスロットを通してタイストラップによって固定され、ランチシステムに固定されます。タイストラップは、酸化剤タンクが亜酸化窒素によって加圧された際に、充填用チューブがクライン・バルブからはじき出されるのを防ぎます。

充填用ソレノイドは、発射コントローラのモード選択ロータリースイッチを"Fill"にし、作動トグルスイッチを押し続けることによって作動します。これによって、亜酸化窒素ソレノイドが開かれます。すると液化亜酸化窒素が、ホースに流入し、ランチシステムの充填用チューブ、クライン・バルブの順に流れ込み、酸化剤タンクに充填されます。酸化剤タンクには流出口があり、それが酸化剤タンクの上部からインジェクターベル側面の穴につながっていることによって、亜酸化窒素を機体の外側に流出させることができます。充填中は、気化した亜酸化窒素のみが流出し、目視できません。酸化剤タンクが満杯になり、液化亜酸化窒素が流出し始めると、流出噴流は目視できるようになり、ロケットの発射準備が整ったことを示します。充填にかかる時間は、小さめのJシステムでは25~30秒で、大きめのMシステムでは2分です。充填が完了したら、作動トグルスイッチを解放してください。

酸化剤タンクが充填され、亜酸化窒素が目視できるようになると、ロケットは発射準備が整います。発射コントローラのロータリースイッチを"Fire"の位置にし、カウントダウンを開始し、"0"になったら作動トグルスイッチを押し続けます。

発射過程では、以下のイベントが発生します。

- ・ 点火モジュールと酸素ソレノイドが同時に作動します。点火モジュールによる高電圧が、むき出しのイグニッション・ワイヤの端にアーク放電します。
- ・ 数ミリ秒後、酸素が燃焼室に達し、酸素中でイグニッション・ワイヤの絶縁体が急激に燃焼し、燃料グレインに着火します。
- ・ 燃料グレインが酸素中で燃焼し始め、クライン・バルブ内のランチシステムを固定しているタイストラップも焼き切ります。
- ・ タイストラップがランチシステムを解放し、クライン・バルブが取れて亜酸化窒素が燃焼室に流れ込むと、ロケットはすぐに発射します。

なんらかの理由で発射が中止もしくは延期された場合、充填された酸化剤タンクは投棄されなければなりません。これは、発射コントローラのロータリースイッチを"Dump"の位置にし、作動トグルスイッチを押すことで作動します。すると亜酸化窒素ソレノイド装置による投棄用ソレノイドが作動し、亜酸化窒素がクライン・バルブ、ホースの順に流れ、投棄用ソレノイドに流出します。

7. GSE の組み立て

- 1) 亜酸化窒素ソレノイド組み立て装置を亜酸化窒素タンクに取り付けます。亜酸化窒素タンクバルブとソレノイド組み立て装置を接続するタンクフィッティングは、緩めに締め付けてください。大きなモンキーレンチの使用を推奨します。スリップジョイントプライヤーは絶対に使用しないでください。亜酸化窒素の導線(青色の 4AN フィッティングをもつホース)を取り付けます。アルミ製の AN フィッティングは締め付けすぎないように注意してください。小さめのトルクでないと、適当なシール効果を得ることができません。
- 2) GOX 組み立て装置を酸素タンクに取り付けます。酸素の導線(赤色の AN フィッティングをもつホース)を高圧酸素減圧弁に取り付けます。ここでも、AN フィッティングは締め付けすぎないようにしてください。酸素タンクを逆さまにした際に、バルブや高圧酸素減圧弁、およびアルミ製の AN フィッティングを傷つけないために、酸素タンクは横にして使用されることを推奨します。酸素は加圧された気体であり、タンクの向きは問題ではありません。
- 3) 同梱された別の説明書に従って、ランチシステムをランチロッドもしくはレールに取り付けてください。亜酸化窒素の導線(青色のフィッティング)をランチシステムの亜酸化窒素のフィッティング(青色)に接続してください。酸素の導線(赤色のフィッティング)をランチシステムの酸素のフィッティング(赤色)に接続してください。ホースにねじれや、極端な曲げが生じていないことを確認し、酸素タンクと亜酸化窒素タンクを発射台から 6~8ft.(1.8m~2.4m)離して置いてください。
- 4) 発射台にサテライトコントロールボックスを接続します。装置には 2 つの二連の差込口があります。茶色と白色の差込口は亜酸化窒素ソレノイド組み立て装置用です。黒色の差込口は点火モジュール用で、緑色の差込口は酸素ソレノイド組み立て装置用です。亜酸化窒素の投棄用ソレノイド(白色のプラグ)を白色の亜酸化窒素の投棄用差込口に接続します。亜酸化窒素の充填用ソレノイド(茶色のプラグ)を茶色の亜酸化窒素の充填用差込口に接続します。酸素のソレノイド(緑色の 3 プラグプラグ)を緑色の点火酸素用の差込口に接続します。点火モジュール(黒色の 3 プラグプラグ)を黒色の点火スパーク用差込口に接続します。
- 5) サテライトコントロールボックスから延長コードを用いて、テストエリアまたは発射エリアまで延長し、発射コントローラに接続します。
- 6) 発射コントローラに 12V バッテリーを接続します。発射コントローラは逆接続が保護されています。すなわち、バッテリーのどちらの電極がどちらのクリップにつながれていても問題ありません。

以上で、実行の準備が整いました。

GSE をテストする前に、再度酸素の導線がランチシステムの酸素のフィッティングに取り付けられていることと、亜酸化窒素の導線が亜酸化窒素のフィッティングに取り付けられていることを確認します。さらに、サテライトコントロールボックスの正しい差込口に亜酸化窒素の充填用、投棄用のソレノイドが接続されていることを確認します。

注意：青色のフィッティングは亜酸化窒素に、赤色のフィッティングは酸素に対応しています。

GSE のテスト

GSE をテストする際には、障害物がなく、火気や乾いた草地などが無く、見通しの良い場所で以下の手順を実行してください。酸素や亜酸化窒素の供給システムを屋内でテストすることは、絶対にしないでください。

実際に打上げる場合にも、同様の場所で同じ手順を踏んでください。打上げるときになって不具合を起こさないように、始めにテストをすることを推奨します。

- 1) イグニッション・ワイヤの片端を 4in.(10cm)裂いて、絶縁体を取り除きます。導線がほぐれないように、導線部分をねじってください。もう片方の端は、切り取ります。鋭いハサミかカッターで、きれいに切り取ってください。
- 2) 導線が出ている方を、点火モジュールのワニ口クリップで挟み、切り取られた方の端が見えるようにぶら下げておきます。ショートを起こさないように、ワイヤもクリップも、どこにも接触していないことを確認してください。
- 3) 酸素タンクのバルブを完全に開け、高圧酸素減圧弁で、圧力が 80~100psi(5.5~6.9MPa)になるように調整してください。もし漏れている音を聞こえたら、酸素の供給を止め、フィッティングが締め付けられていることを確認してください。
- 4) 亜酸化窒素のバルブを完全に開け、漏れがないことを確認してください。サイフォンチューブが無い場合は、亜酸化窒素が液体のまま酸化剤タンクに流入するように、亜酸化窒素タンクを逆さまにして取り付ける必要があります。
- 5) 発射コントローラのスイッチを以下のようにセットしてください：Safe&Arm スwitchを”Safe”に、ロータリースwitchを”Fill”の位置に、作動switchを OFF にしてください。
- 6) バッテリーケーブルを少なくとも 10A の供給が可能な、12V の DC バッテリーに取り付けてください。車のバッテリーかゲル電池で十分です。発射コントローラの逆接続を保護するので、クリップはどちらの電極に接続しても良いです。
- 7) Safe&Arm スwitchを”Armed”の位置にします。すると指示灯が点きます。
- 8) 酸素の充填システムの確認をする前に、発射台のエリア内に障害物などがないことを確認します。作動トグルswitchを上を押すと、亜酸化窒素がランチシステム内に流れます。液体の噴流が見えたら、トグルswitchを放してください。

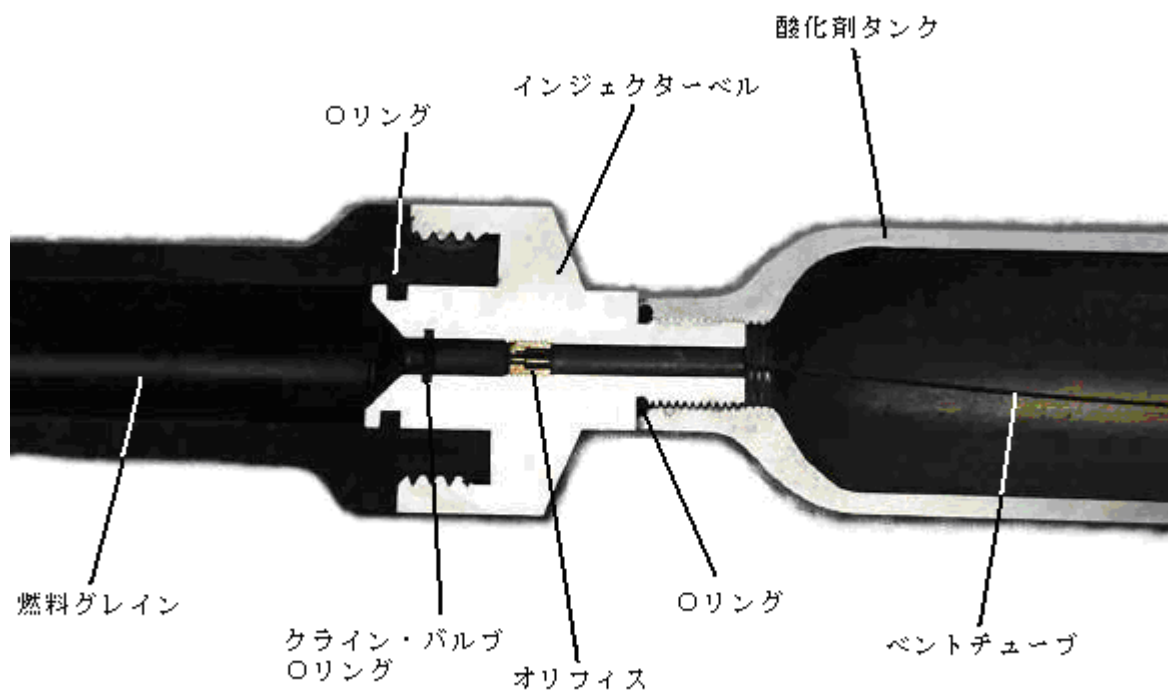
- 9) ロータリースイッチを”Dump”の位置にし、トグルスイッチを押してください。投棄用ソレノイドが開くと同時にクリック音が聞こえます。（亜酸化窒素は放出されません）トグルスイッチを放してください。
- 10) イグニッション・ワイヤの周りに GSE の他の部分や部品がなく、人がいないことを、再度確認してください。ロータリースイッチを”Fire”の位置にし、トグルスイッチを押してください。定常の高電圧アークがイグニッション・ワイヤの端の方に発生し、酸素が放出される音が聞こえます。本テストの進行中は、点火用回路に近づかないでください。感電するおそれがあります。

以上が、GSE のテスト手順です。

8. 打上げ用モータの組み立て

打上げ用モータの組み立ては簡単です。

- ・ インジェクターにオリフィスを用いるときは、好きなオリフィスを選んで取り付けてください。クライン・バルブの O リング上部に、取り付けてください。0.25in.(6.35mm)のマイナスドライバーを使用してください。隙間がなくなる程度に、強く締め付け過ぎないようにしてください。
- ・ 新しく組み立てる前に、古い O リングを、クライン・バルブとインジェクターから注意深く取り外してください。同梱の潤滑油を少量、新しい O リングに塗り、決められた位置に取り付けてください。同梱の潤滑油のみを使用してください。クライトックス（Krytox）製のフッ素化された潤滑油などは使用しないでください。
- ・ J システムでは、インジェクターベルに燃料グレインを取り付けてください。隙間が無くなる程度に締め付けたら、それ以上は締め付けしないでください。締め付けすぎると、気体シール効果がなくなります。L システムと M システムでは、次章に示す点火器の挿入を済ませてから、打上げ用モータの組み立てを進めてください。



- ベントチューブを取り付けてください。必要に応じて長さを調節してください。
 - J システムには後方のアダプターがないので、インジェクターベルのホースバーブフィッティングのみを使用してください。
 - L システムと M システムでは、ベントチューブをインジェクターベル内の押込み嵌め式 (PTC:Push-To-Connect) フィッティングに取り付けます。チューブの端をフィッティングに強く押し込み、その後少し押しして接続を確認してください。
 - 75mm の L システムでは、後方のアダプターにベントチューブ用のバーブフィッティングがあります。これは半永久的な取り付けであり、チューブを取り除くときには、切り取る必要があります。モータを解体して保存する際には、チューブを後方のアダプターから外し、インジェクターベル内の PTC フィッティングから取り外すことを推奨します。
 - 98mm の M システムでは、インジェクターベルにはバーブフィッティングがあり、後方のアダプターには PTC フィッティングがあるので、チューブは後方のアダプターの PTC フィッティングから、取り付けたり、取り外したりしてください。
 - PTC フィッティングへの着脱を繰り返すと、チューブの端は硬くなるので、確実に取り付けるために、古い部分を切り取って使用してください。切り取りが必要なときのために、ベントチューブの長さに余裕を残しておくことを推奨します。

以上で、モータをロケット機体に取り付ける準備が整いました。

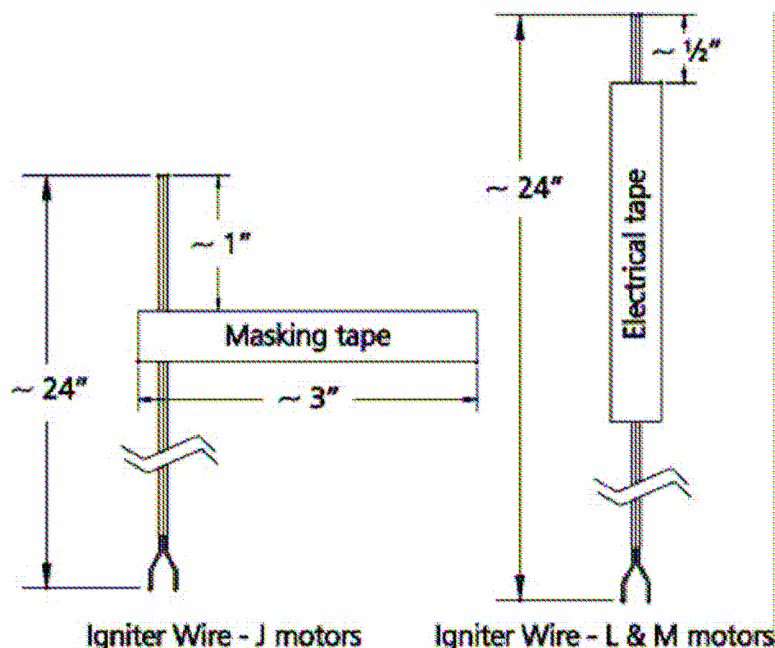
9. 点火器の挿入方法

本システムのモータでは、タイプによって2種類の点火器の挿入方法があります。

- A) J モータでは、コア直径が比較的小さいので、イグニッション・ワイヤをランチシステムに取り付けるには、信頼性もあり簡単なテーピングを使用します。
- B) L モータとMモータでは、モータを組み立てる前にイグニッション・ワイヤを燃料グレインのコア部分に貼り付けることを推奨します。この方法は少々難しいようですが、一度コツをつかめば簡単です。この方法は、テストスタンドと打上げ場所においても信頼性があることが証明されています。

上記のどちらの方法を用いる場合でも、まずイグニッション・ワイヤを 24in.(61cm)切ってください。ワイヤの端はきれいに切り取り、モータ内にまっすぐ置いてください。鋭いハサミを用いてください。きれいに切り取らないと、信頼性が低下し、点火を遅延させたり、点火を妨げたりします。早くて信頼性のある点火のためには、強いアーク放電が必要です。GSE のテスト手順の中に書かれていたことに従って、点火器を少しショートさせてテストすることによって、切り口の品質を確認することができます。

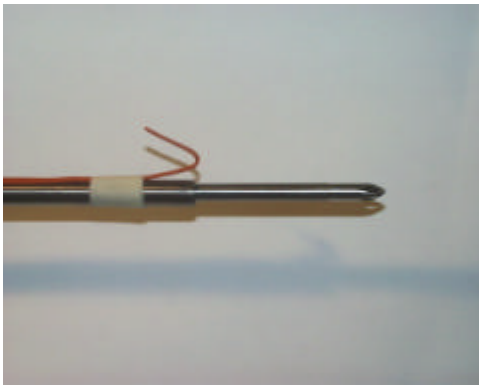
もう片方の絶縁体を取り外し、ほぐれないようにワイヤを撚り合わせます。端を輪状にすることによって、クリップのかみつきを良くすることもできます。



J モーター :

マスキングテープをイグニッション・ワイヤに対して 3in.(7.6cm)、モータの端から 2in.(5.1cm)の位置に取り付けます。図に示すように、イグニッション・ワイヤを GOX チューブ(外部の同軸チューブ)の端から 0.75in.(1.9cm)下方にしっかりと貼り付けます。テープの上端と、GOX チューブの上端の間の距離が 0.75in.(1.9cm)になるようにしてください。電気絶縁テープも使用可能ですが、GOX チューブの燃焼後の跡が残る可能性があります。

次に、下の左の写真に示すように、イグニッション・ワイヤのむき出し部分の真ん中を、下方に 90 度以上折り曲げます。モータとロケットをランチシステムに取り付ける際は、ノズルを通るように、イグニッション・ワイヤをもう少し曲げる必要がでてきます。ノズル内部に取り付けたら、右下の写真に示すように、ワイヤを外側に出し、燃料グレインに接触する程度近づけてください。



Jランチシステムに取り付けられたイグニッション・ワイヤ



Jモータ内のランチシステムとイグニッション・ワイヤ

L モータと M モータ：

L モータと M モータでは、燃料グレインをインジェクターベルに取り付ける前に、点火器の挿入を行います。

ビニール製の電気絶縁テープを、約 3in.(7.6cm)の長さに切ります*。イグニッション・ワイヤを 0.5in.(1.3cm)残した状態で、モータの端にテープの長手方向で貼り付けてください。イグニッション・ワイヤのもう片方は、燃料グレインの上部からノズルまで通してください。この端を少し引っ張って、貼り付けられた側のワイヤの端が、ワイヤ上部とコア上部の距離が約 0.75in.(1.9cm)になるようにしてください。燃料グレインの上部すれすれにしないでください。モータの前方から見ると、燃料グレインの中に、浅いステップもしくは凸形状が見えるはずです。その点で、内部直径は少し減少しています。イグニッション・ワイヤをその点から約 0.75in.(1.9cm)離してください。指やペンなどを用いて、燃料グレインのコア部分のテープを静かに下に動かしてください。ワイヤの先端を少し曲げ、下の写真に示すように、1/8in.(3mm)程度グレインの内壁から離してください。



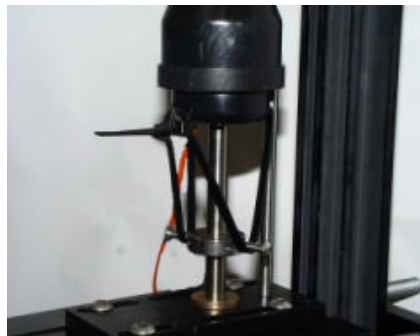
M 燃料グレイン内に取り付けられたイグニッション・ワイヤ

この時点で、モータ組み立てに進んでください。残りのイグニッション・ワイヤを束ねて、ノズルの先端にテープの切れ端で止めておくと、組み立て中や打上げ準備中に何かに引っ掛けたり、自分が引っかかったりしません。

*電気絶縁テープが無い場合は、0.75～1in.(1.9cm～2.5cm)幅のダクトテープ(アルミ製ではなく布製)で十分です。

10. ロケット発射

- 1) ロケットと GSE を上述したように設置してください。
- 2) まず、GSE をテストしてください。
- 3) このマニュアルを含む、モータのタイプ特有の組み立て方法の説明を守ってください。必要に応じて、計測用オリフィスをモータに取り付けてください。新しい O リングが正しく潤滑され、取り付けられていることを確認してください。
- 4) モータとロケットを組みつけてください。ロケットと回収装置の電気系統を準備してください。
- 5) イグニッション・ワイヤを 24in.(61cm)の長さに切り取ってください。ワイヤを分離し、それぞれの絶縁体を 0.5in.(1.3cm)取り除いてください。それぞれのワイヤの端がほぐれないように撚り合わせてください。
- 6) ワイヤ先端を少し残した状態でランチシステムにテープで貼り付けた後、ワイヤの先端と亜酸化窒素充填用チューブの先端との距離が約 1in.(2.5cm)になるように切り取ってください。GSE のテストをしたときと同じ手順で、ワイヤを真っ直ぐきれいに切り取って、ワイヤの先端と充填用チューブの先端との距離が約 1in.(2.5cm)であることを確認してください。切り取った先端部分を外側に少し曲げてください。
- 7) ロケットを、ランチロッド、もしくはレールにスライドして装着してください。ランチシステムを燃料グレインの中に注意深く入れてください。充填用チューブ(同軸チューブの中心)をクライン・バルブの O リングに通して、インジェクター内に固定してください。
- 8) 下の写真に示すように、タイストラップを燃料グレインのスロットに通し、ドロップシステム上の両サイドの留め金にある、突出したボルトに引っ掛けてください。タイストラップの端と端を引き合わせて、ドロップシステムをモータにしっかりと締め付けてください。
- 9) ランチロッド、もしくはレールを発射の位置にして、回収装置の電気系統を準備してください。
- 10) 亜酸化窒素と酸素のタンクのバルブを完全に開けてください。もし、漏れ音が聞こえたら中止し、問題を解決してください。



クライン・バルブに差し込まれ、タイストラップで固定されたランチシステム

この時点で、ロケットは充填、打上げの準備が整いました。

- 11) RSO(射場安全責任者)と LCO(発射コントロール責任者)から許可が出てから、タンクの充填と打上げの手順を行ってください。RSO と LCO に充填にかかる時間を告げ、充填後すぐに打上げることを告げてください。
- 12) 発射コントローラのキースイッチを"Armed"の位置にしてください。
- 13) 発射コントローラのロータリースイッチを"Fill"にし、作動スイッチを押してタンクに充填してください。気体の亜酸化窒素がベントチューブから流れ出し、シューという音が聞こえます。
- 14) タンクが満杯になると、ベントチューブから流出する亜酸化窒素蒸気の噴流が見えるはずです。流出音も変わりますので、注意深く聞いていてください。タンクが満杯になったら作動スイッチを放してください。
- 15) LCO に点火準備が整ったことを知らせ、ロータリースイッチを"Fire"の位置にしてください。
- 16) LCO がカウントダウンを始めます。
- 17) カウントが"0"になったら、作動スイッチをロケットが発射するまで押し続けてください。GOX が流れ込み、燃料グレインに点火し、火炎がタイストラップを焼き切るまで、ロケットは発射台に数秒間留まります。その後、ロケットはすぐに発射します。
- 18) 作動スイッチを放し、コントローラを"Armed"から解除してください。
- 19) ロケットの飛行を楽しんでください。

ロケット回収後は、モータを取り外して解体ください。使用済みの燃料グレインの再使用は推奨しておりません（2回までなら打上げることも可能ですが、保証は致しません。また、性能も低下します。）。もう一度打上げる場合は、燃料グレインと O リングを交換して、上記の手順を繰り返してください。

1 1. 打上げ後のメンテナンス

クライン・バルブとインジェクター内のOリングを注意して取り外し、2 つとも廃棄してください。インジェクターベル内に、残留物や汚れがないか確かめてください。掃除にはぬるま湯に溶かした洗剤を使用することを推奨しますが、屋外にいる場合は濡れたハンカチでも代用可能です。新形状のインジェクターベルに使用されるオリフィスは小さいので、特にきれいにしてください。もし必要なら、中央のインジェクターベルのねじを取り外し、リング状になっているインジェクターの表面をきれいにしてください。その際、チェックバルブボールを無くさないように注意してください。また、再度ねじを締める際は、手で締め付けてください。

モータ全体に、損傷が無いか点検してください。特に回収装置が上手く働かずに、ロケットが落下した場合は、注意深く点検してください。少しでもモータの状態に疑わしい点がある場合は、損傷が無いかを徹底的に調べるまでは打上げないでください。それでも、もし疑わしい場合は、*HyperTEK*®の代理店に援助を依頼してください。

トラブルシューティング

発射コントローラのLEDが点灯しない。

電源の接続を確認し、電池が満タンに充電されていることを確認してください。

充填を作動したが、何も起こらない。

電源の接続を確認してください。発射コントローラとサテライトコントロールボックスの間のコードと、

接続を確認してください。充填用ソレノイドが正しい差込口に接続されていることを確認してください。亜酸化窒素タンクのバルブが完全に開いていることを確かめてください。

充填を作動すると、亜酸化窒素がモータの底から流出する。

これは、ランチシステムがクライン・バルブに正しく装着されていない、もしくは亜酸化窒素と酸素のホースが正しく取り付けられていないことを示しています。ロケットがランチシステムに完全に差し込まれていること、タイストラップが強く締め付けられていること、ホースが正しく接続されていることを確かめてください。もしそれでも問題が訂正されない場合、インジェクター内の O リングに傷があるか、取り付けられていないことが考えられます。ロケットを発射台から外し、モータを分解し、O リングを確認し、必要に応じて調整または交換をしてください。

充填を作動すると、亜酸化窒素がモータの底から流出し、ロケットが飛び跳ねる。

タイストラップが正しく取り付けられていません。

十分長い時間充填しているが、蒸気の噴流が見えない。

亜酸化窒素タンクの上下を確認してください。サイフォンチューブを使用している場合は、タンク上部を上側に立ててください。サイフォンチューブを使用していない場合は、タンク上部を下側にしてください。液体の亜酸化窒素がタンク内にあるか確認してください。酸素と亜酸化窒素のホースが正しく接続されているか確認してください。

酸化剤タンクは充填されたが、発射まで 10 分待たなくてはならない。

ロータリースイッチを”Dump”の位置にし、トグルスイッチを作動して酸化剤タンクを空にしてください。亜酸化窒素を投棄するのは無駄のように思えますが、そのまま長時間流出させ続けると、酸化剤タンクは非常に冷たくなります(-120 ° F (-84°C)に達します)。タンク内の亜酸化窒素は流出し続けるので、発射の直前でタンクを充填し直して下さい。他のロケットの発射を待つことが分かっている場合には、充填しないでください。

酸化剤タンクが充填され、点火を作動し、酸素が流れ込んだが、何も起こらない。

もし酸素の流出音が聞こえたら、点火モジュールが正しく接続されていないか、イグニッション・ワイヤの先端が、ランチシステムやインジェクターベルとショートしている可能性があります。ランチシステムにテープで貼り付けられているイグニッション・ワイヤを確認してください。点火モジュールのヒューズが飛んだのかもしれませんが。点火モジュールに付属しているスペアを使用してください。

酸化剤タンクが充填され、点火を作動したが、何も起こらない。

酸素タンクのバルブが完全に開いていることと、高圧酸素減圧弁が示している酸素タンク内圧力と出力圧力が 80~100psi(5.5~6.9MPa)であることを確認してください。もしかしたら亜酸化窒素を投棄した後は、イグニッション・ワイヤの先端が焼けてしまっていてアークしないかもしれませんが、ロケットを外して再度イグニッション・ワイヤを切り取り、取り付ける必要があるかもしれません。

点火を作動したが、発射が少し遅いように見える。

タイストラップを取り付ける際は、ノズルの下を直接通っていることを確かめてください。タイストラップ

ブが火炎の中に入っていないと、焼き切るまで時間がかかり、ロケットの発射が遅れる場合があります。ランチシステムに貼り付けられたイグニッション・ワイヤのジップコードがねじれていないことと、十分なテープによって固定されていることを確認してください。

ロケットを発射したが、いつもどおりの性能を発揮していない。

酸化剤タンクからは常に流出しています。発射手順と充填手順の間に 1 分以上が経過した場合は、酸化剤タンクが満タンではありません。3 分経過すると、タンクは約半分になります。打上げぎりぎりまで、タンクの充填を待ってください。

HyperTEK[®] ヘルプライン

我々のエンジニアが本システムに関するあなたの質問に答えたり、援助を提供したりします。以下は援助のためのコンタクト情報です。

Cesaroni Technology Incorporated

Main Number : (905)887-2370

Fax Number : (905)887-2375

Email : techsupport@hypertekhybrids.com

Website : <http://www.hypertekhybrids.com>

保証書

Cesaroni Technology Inc. (CTI)は高度に設計された、HPR 愛好家のための推進システムを様々なレンジで高品質に開発、提供することに取り組んでいます。従って、製造の直接的な欠陥によって十分な性能が出せないことが証明されたとき、CTI は製品の交換や修理を行います。実験的なベータ版のモータシステム、ベータ版の燃料グレイン、ベータ版の GSE、そしてベータ版の部品はこの保証ではカバーされないことを留意してください。

保証要求手順

まず始めに、*HyperTEK*®の製品を購入した代理店に問い合わせてください。詳細な説明のために、代理店が我々にコンタクトします。もし代理店に連絡が取れないときは、我々のテクニカルサポート部門に E メール(techsupport@hypertekhybrids.com)で問い合わせるか、(905)887-2370 に電話してください。技術の代表者と話した後、もし返送が必要であると思われる場合は Returned Material Authorization(RMA)番号を発行します。製品を前払いで次に示す住所に送ってください。: Cesaroni Technology Incorporated, P.O. Box 246, 2561 Stouffville Road, Gormley, Ontario CANADA L0H 1G0

代金引換は認められません

購入証明書をパッケージに同梱してください。また、あなたの氏名、住所、電話番号、問題の簡潔な説明、可能であれば写真も添えてください。

HyperTEK®製品の保証方針

パッケージを開封した後、この保証書を読み、*HyperTEK*®製品を使用した場合、ここに含まれる条件を確認し、理解し、同意したものとします。もし、この保証条件に同意できないときは、未使用の製品を購入した際のパッケージに入れて代理店で小切手か現金に交換してください。CTI のオプションとしての交換、修理を除いては、*HyperTEK*®の製品に対して一切の明示的及び黙示的な保証はありません。交換、修理の対象製品は、購入が認められる日より 90 日もしくは 1 年以内(下記参照)に製造上の欠陥が証明されたときのみです。もし部品の欠如がある場合は、代理店に問い合わせてください。注意：州／県によっては、この保証書にない追加の保証をするかもしれません。

HyperTEK®モータハードウェア(54mm J システム ～98mm M システム)

購入日から 1 年間保証 : 酸化剤タンクの破裂や漏れ(酸化剤タンクは *HyperTEK*®のロゴが入っていないといけない)

保証なし : インジェクターベルの漏れ(O リングの漏れ)と、それによる燃料グレインの損傷／変質、インジェクターベルの陽極酸化処理による変質、通常の使用・誤用に関わらずインジェクターベルのねじの磨耗、非推奨の使い捨て用品の使用、非推奨のオリフィスのサイズの使用と、中古のハードウェアの使用、モータシステムになんらかの修正を加えて、説明書及びハードウェアと一致しない状態で使用された場合

HyperTEK[®]使い捨て用品(54mm J システム～98mm M システム)

購入日から 1 年間保証 : 通常使用条件下での燃料グレインのひび割れ(燃料グレインは CTI ロゴとともに HyperTEK[®]のラベルが貼られてなければいけません)

保証なし : 燃料グレインの点火失敗、説明書にない使用、何らかの修正を加えた使用、2 回以上使用された使い捨て用品もしくは O リング、クライン・バルブ内 O リングの漏れによる(熱衝撃)燃料グレインのひび割れ、HyperTEK[®]ブランドのシリコンベースの潤滑油以外の潤滑油の使用

GSE

購入日から 90 日間保証 : 全ての発射制御システムと部品の全ての材料と製品

保証なし : 何らかの理由によるランチシステムの損傷、12VDC を超える非推奨の電源を使用したことによる電気製品の損傷、使用者がロケットの排気の爆風からシステムを保護するために十分な距離をとらなかったことによる GSE の損傷、説明書と一致しない使用、何らかの修正を加えて使用された場合

責任の制限

CTI は本製品を製作するにあたり、その設計及び製造において十分な注意を払ってきたことを証明する。一度売却された場合、製品の保管、輸送、使用については我々の保証できるところではない。CTI は操作方法、保管方法、通常使用、誤使用の如何なる理由により生じた如何なる資産の損傷(ロケット機体、ペイロード、装備品の損傷や欠如を含む)、個人の負傷に対して責任は負わない。これらの条件で買い手は全てのリスクと責任を引き受け、受け取り、HyperTEK[®]の製品を使用する。